

# MENUJU LABORATORIUM ANALISIS LINGKUNGAN TERPADU DAN TANTANGAN MASA DEPAN<sup>\*)</sup>

Soefjan Tsauri dan Soemanto Imamkhasani

Puslitbang Kimia Terapan-LIPI  
Jl. Cisit, Bandung 40135

## INTISARI

Suatu gagasan tentang laboratorium analisis lingkungan terpadu telah dibahas beserta tantangan masa depan. Laboratorium analisis kimia biasa yang diperlengkapi dengan peralatan untuk metoda konvensional dan instrumental dapat ditingkatkan fungsinya menjadi laboratorium lingkungan dengan menambahkan alat pengambilan contoh (*sampler*). Diantaranya adalah alat pengambilan contoh air, udara ambient (*impinger*), gas emisi (*cerobong*) dan uji pelarutan limbah padat (*TCLP*), yang kini telah dapat dibuat secara lokal sehingga mudah dan murah dalam pengadaan. Dibahas pula persyaratan akreditasi laboratorium sebagai suatu tantangan guna meningkatkan mutu laboratorium agar menjadi penyedia data lingkungan yang dapat dipercaya. Persyaratan akreditasi, misalnya cara registrasi, metoda analisis, kendali mutu, kondisi sarana dan lingkungan fisik laboratorium, peralatan dan instrumentasi juga dijelaskan tantangan riset bagi laboratorium analisis lingkungan diantaranya adalah pengembangan teknik semi-mikro, sensor, instrumen mikro, sistem automasi dan telemetri. Berdasarkan pengalaman, ditunjukkan pula bahwa laboratorium analisis lingkungan mempunyai tantangan komersial yang menarik. Jasa analisis, pengembangan sistem monitoring dan training merupakan peluang yang diidentifikasi cukup prospektif untuk Indonesia terutama Jawa Timur.

## ABSTRACT

An idea on an integrated environmental analytical laboratory and its challenges for the future were discussed. A general analytical laboratory equipped with conventional and instrumental methods could be improved to environmental laboratory by addition of sampler equipment. These include water sampler, *impinger* for sampling of ambient air, stack gas sampler and leaching test (*TCLP*), all of these have been made locally and therefore easily purchased with low price. Laboratory accreditation was also discussed for improving the quality of laboratory as a reliable environmental data generator. Accreditation requirements such as registration, methods of analysis, quality control, physical condition of laboratory, equipment and instrument were explained. In addition, other challenges in research were pointed out on the area of semi-micro techniques, sensor, micro-instruments, automation and telemetric system. Experiences showed that

*environmental analytical laboratory had good challenges for business. Analytical services, development of monitoring system and training were identified as prospective business in Indonesia particularly in East of Java.*

## PENDAHULUAN

Dalam pengelolaan lingkungan terutama dalam penanganan limbah diperlukan suatu laboratorium analisis kimia yang berfungsi untuk monitoring cemaran atau mengevaluasi tingkat pencemaran lingkungan. Selain itu laboratorium analisis kimia diperlukan pula untuk menguji efisiensi proses dalam usaha minimisasi limbah atau pengolahan limbah. Penerapan undang-undang atau peraturan yang berkaitan dengan baku mutu<sup>(1,2,3)</sup> juga tak terlepas dari jasa laboratorium analisis kimia.

Berbagai macam peralatan dan bahan dapat dipakai dalam laboratorium bergantung pada keperluan. Metoda konvensional seperti gravimetri dan volumetri masih cukup penting karena masih banyak diperlukan untuk analisis lingkungan. Mengingat kini jumlah analisis lingkungan yang semakin besar jumlahnya dan batas deteksi yang semakin kecil, maka penggunaan metoda instrumental semakin luas. Metoda instrumental seperti spektroskopi, elektrokimia dan kromatografi tidak hanya menambah kecepatan analisa tetapi juga ketepatan serta memungkinkan untuk menjadikan sistem automasi.

Namun apapun metoda yang dipakai, yang penting data yang diperoleh harus handal dan dapat dipercaya kebenarannya. Tingkat kehandalan data ditentukan oleh sifat kedapat-ulangannya (*reproducibility*) dan ketepatan (*accuracy*). Kedapat ulangan biasanya dinyatakan dalam deviasi standar sedang ketepatan analisis dinyatakan dalam kesalahan relatif terhadap data analisis material baku yang dianggap benar.

Dibawah ini akan disampaikan suatu pemikiran tentang laboratorium analisis lingkungan yang terpadu serta tantangan dalam mewujudkan diri sebagai penghasil data (*data generator*) yang handal. Juga berbagai tantangan riset dan peluang bisnis masa depan yang dapat dikembangkan di daerah terutama Jawa Timur berkaitan dengan otonomi daerah.

<sup>\*)</sup> Didasarkan pada materi yang disajikan pada Seminar Nasional Kimia Lingkungan 23 Februari 2000 di Universitas Erlangga, Surabaya.



## PARAMETER UJI

Laboratorium analisis lingkungan mempunyai fungsi memberikan layanan analisis terhadap kebutuhan monitoring dan analisis cemaran atau limbah baik dalam bentuk cairan, gas maupun padatan. Untuk itu perlu dikenal secara garis besar parameter-parameter yang harus diukur diantaranya adalah<sup>(4)</sup>:

### 1. Kontaminan dalam Air Limbah.

Kontaminan dalam air limbah meliputi zat terlarut dan tidak larut (tersuspensi), baik zat organik maupun anorganik. Zat organik diantaranya adalah protein, karbohidrat, lemak, minyak mineral, fenol, zat warna dan pestisida. Kontaminan zat anorganik terdiri atas logam-logam atau oksidanya dan beberapa zat nutrisi seperti  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NO}_3^-$  dan  $\text{PO}_4^{3-}$ . Juga zat racun seperti sianida dan sulfida. Kadar zat-zat diatas amat menentukan mutu dan tingkat bahaya air limbah baik terhadap manusia, binatang, tumbuh-tumbuhan dan lingkungan.

### 2. Kontaminan dalam Udara

Kontaminan dalam udara dapat terdiri atas gas (misalnya  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{NH}_3$  dan  $\text{SO}_2$ ), uap (metanol, benzena, hidrokarbon), debu (kapur, semen, silika dan asbes) serta bau (spesifik dan non - spesifik). Kadar kontaminan zat-zat diatas penting guna evaluasi kesehatan kerja (monitoring udara tempat kerja) dan lingkungan industri (ambient), serta gas emisi dari cerobong pabrik (stack).

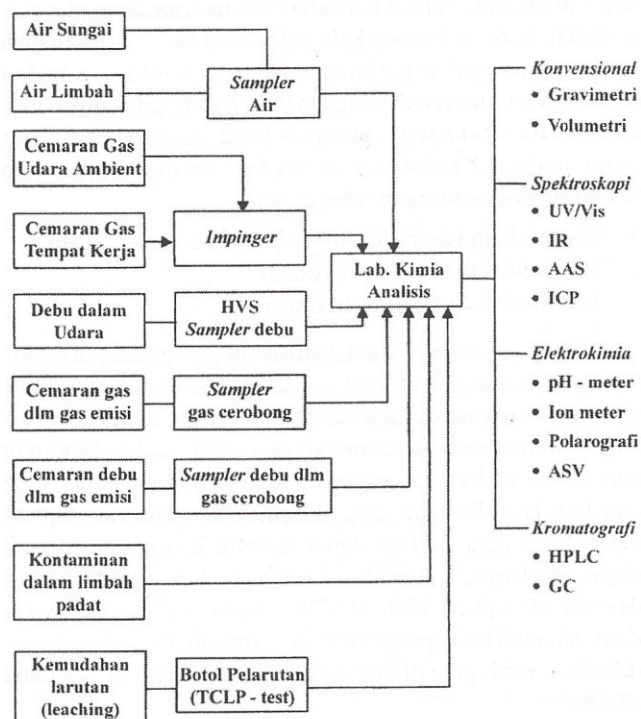
### 3. Kontaminan Limbah Padat

Kontaminan limbah padat dapat berupa logam-logam berat dan berbagai racun organik. Selain analisa komponen-komponen pencemar dalam limbah padat, perlu pula dievaluasi tingkat kemudahan limbah tersebut mengalami *leaching* atau pelarutan. Yang terakhir disebut "TCLP" atau *Toxicity Characteristic Leaching Procedure*, yang amat penting bagi proses pembuangan limbah padat.

## KETERPADUAN LABORATORIUM LINGKUNGAN

Laboratorium analisis kimia, baik laboratorium litbang, jasa atau industri dengan sarana untuk gravimetri, volumetri serta peralatan instrumen seperti elektrokimia, spektroskopi dan kromatografi dapat dipakai untuk uji parameter lingkungan diatas. Untuk itu yang diperlukan adalah peralatan/sampling:

- Air limbah, baik sampling sesaat atau sampling kontinyu.
- Impinger : alat sampling gas dan uap dalam udara
- Debu : *dust sampler* seperti HVS (*High volume sampler*)
- Debu dan gas emisi (*stack gas sampler*)
- Alat Uji TCLP.



Gambar 1. Keterpaduan Laboratorium Analisis Kimia Lingkungan.

Alat-alat *sampling* diatas merupakan kunci untuk menjadikan laboratorium analisis kimia dapat berfungsi sebagai laboratorium analisis lingkungan yang terpadu. Keterpaduan laboratorium analisis limbah gas, cair dan padat dapat dilihat seperti pada Gambar 1. Alat-alat *sampling* seperti alat *sampling* air, *impinger*, gas dan debu emisi serta alat uji TCLP kini telah dapat dibuat sendiri oleh tenaga-tenaga LIPI Bandung. Beberapa peralatan buatan local diatas telah dapat diterima pasar, sedang beberapa lagi masih dalam tahap uji lapangan.

Masalah lingkungan kini telah berkembang luas, baik dari aspek ekonomi, sosial, teknologi maupun hukum. Itu semua menuntut laboratorium lingkungan untuk dapat meningkatkan mutu sarana, tenaga, produk analisis, kecepatan layanan, penghematan biaya dan peningkatan keselamatan.

## AKREDITASI LABORATORIUM

Dalam era globalisasi ini, masalah lingkungan tak terlepas dari masalah perdagangan, seperti tersirat dalam *ecolabeling*. Kecenderungan ini merupakan tantangan terhadap mutu laboratorium analisis lingkungan untuk dapat bertaraf global juga. Dengan demikian sarana, peralatan dan sumber daya laboratorium harus dapat diarahkan oleh pihak manajemen menuju laboratorium yang dapat dipercaya hasilnya, sehingga bila diperlukan data tersebut dapat diterima guna penegakan hukum (*law enforcement*) di dalam negeri dan kebutuhan perdagangan internasional.

Kini terdapat suatu usaha untuk meningkatkan mutu laboratorium dengan sistem akreditasi. Pemberian akreditasi



dapat dilakukan oleh badan akreditasi internasional maupun nasional. Bahkan kadang kala pula akreditasi diberikan oleh lembaga internal departemen. Dengan sendirinya badan akreditasi internasional dianggap yang paling dapat dipercaya, karena cara penilaiannya pun amat ketat, meskipun beayanya amat mahal. Pemberian akreditasi akan memberikan keuntungan-keuntungan sebagai berikut:

1. Pengelolaan laboratorium yang lebih efisien dan aman.
2. Penghematan biaya operasional.
3. Jasa analisa dapat diterima pasar.

Mengingat laboratorium analisis lingkungan dapat terdiri atas unit-unit kegiatan, maka usaha memperoleh akreditasi tidak perlu harus secara keseluruhan, tetapi dapat saja per-bagian atau sub-unit misalnya khusus untuk analisa BOD dan atau COD, analisis gas ambient, analisis pestisida, uji TCLP dan lain-lain. Dengan cara akreditasi tersebut diharapkan kehandalan data analisis dapat dijamin kebenarannya atau dapat dipercaya. Dibawah ini beberapa hal yang berkaitan dengan akreditasi oleh NATA (Australia)<sup>(6)</sup> yang perlu difahami oleh pihak pengelola laboratorium. Di Indonesia hal demikian telah pula diatur oleh Komisi Akreditasi Nasional (KAN).

#### Prasarat Registrasi

Untuk dapat dilakukan evaluasi oleh pihak pemberi akreditasi, terdapat beberapa prasyarat registrasi diantaranya adalah :

1. *Organisasi & Manajemen*, yang berkaitan dengan pengelolaan, staf supervisi, teknisi dan analis serta kualifikasi dan pengalaman mereka.
2. *Struktur Kepegawaian*, yang menjelaskan tentang uraian tugas dan wewenang para staf laboratorium agar jelas tanggung jawabnya.
3. *Prosedur dan Instruksi kerja*, yang menjelaskan mengenai aliran pekerjaan serta petunjuk - petunjuk kerja.
4. *Fasilitas* yang meliputi peralatan, instrumen, listrik, air dan system pemeliharaan.
5. *Alat Ukur dan Pengujian*, yang memerlukan kalibrasi, verifikasi dan perawatan.

#### Persyaratan Metoda

Metoda-metoda analisa yang dipakai dalam laboratorium harus pula mempunyai persyaratan yang rinci diantaranya adalah:

1. Uji atau cara analisis harus mempunyai bukti yang sah atau benar baik sumbernya (ASTM, JIS, SNI, dll) maupun jenis spesifikasi bahan standar sebagai uji metoda.
2. Bila terdapat perubahan atau modifikasi metoda atau prosedur harus mempunyai data pendukung yang tertulis sebagai dokumen validasi metoda.
3. Prosedur kerja didokumentasi secara tertulis dalam bentuk dokumen yang lengkap meliputi:
  - a) Perintah jelas, tidak meragukan
  - b) Metoda disiapkan oleh tenaga ahli
  - c) Diberikan referensi lengkap

- d) Mengandung data : kedapat-ulangan, ketepatan, limit deteksi dan linearitas.
- e) Kriteria rejeksi data
- f) Disahkan oleh staf senior.

#### Kendali Mutu

Untuk memperoleh data yang handal diperlukan usaha untuk menjamin bahwa langkah-langkah operasional dalam analisis telah dilaksanakan dengan benar. Langkah-langkah yang perlu dijaga adalah proses sampling, perlakuan contoh, pemisahan atau pemekatan, pengukuran dan pengolahan data. Data-data tentang penggunaan blank, uji ketepatan, kedapat-ulangan, penggunaan standar serta uji gangguan matriks perlu dicatat dengan baik. Data-data itu semua untuk memudahkan penelusuran apabila terjadi kesalahan perhitungan atau hasil yang kurang wajar.

#### Sarana dan Lingkungan Laboratorium

Terdapat beberapa hal penting berkaitan dengan sarana dan lingkungan laboratorium yang dipakai sebagai pertimbangan untuk akreditasi diantaranya:

1. Kondisi kerja: uap, debu, bau, penerangan dan kelembaban.
2. Kestabilan alat ukur yang dipengaruhi oleh listrik, vibrasi, suhu dan kelembaban.
3. Tempat kerja laboratorium yang terpisah dari ruang menulis dan makan/minum.
4. Sarana: air, listrik, almari asam, gas dan pembuangan limbah.
5. Kebersihan laboratorium.
6. Keselamatan kerja: *Material Safety Data Sheet* (MSDS), alat pelindung diri, alat pemadam kebakaran dan cara penyimpanan bahan (silinder gas dan bahan kimia). Kini di Indonesia telah tersedia Lembar Data Keselamatan Bahan<sup>(6)</sup> atau MSDS versi Indonesia sebagai acuan petunjuk dalam penanganan bahan-bahan kimia berbahaya.

#### Peralatan dan Instrumentasi

Peralatan dan instrumentasi juga dinilai dari penjagaan fungsi penggunaannya. Termasuk hal penting adalah petunjuk cara kerja, kalibrasi serta maintenance (pemeliharaan).

### TANTANGAN PENELITIAN

Laboratorium analisis lingkungan dituntut oleh kebutuhan untuk memperoleh data yang cepat tetapi tetap handal dengan biaya rendah dan aman terhadap lingkungan. Oleh karena itu, laboratorium analisis lingkungan perlu mengembangkan penelitian sebagai berikut:

#### 1. Menuju Teknik Semi-mikro

Teknik semi-mikro, terutama diarahkan pada metoda-metoda konvensional seperti volumetri dalam penentuan COD, uji TCLP, dan analisa gas dengan impinger. Usaha ini



akan mempunyai keuntungan karena lebih ekonomis dalam penggunaan reagen serta sedikit limbah. Dengan demikian biaya per-analisa menjadi lebih murah, dan lebih sedikit pengaruhnya pada lingkungan.

## 2. Pengembangan Sensor

Sensor terhadap parameter-parameter cemaran lingkungan seperti ion-ion logam berat, nutrisi, zat organik beracun dan gas-gas dalam udara, amat bermanfaat guna percepatan pengukuran dengan sedikit atau tanpa reagen. Pengembangan sensor memungkinkan analisis kimia dipakai sebagai sarana monitoring secara terus menerus. Masalahnya adalah kehandalan data dari sensor yang memerlukan kalibrasi secara periodik dan teliti.

## 3. Instrumentasi Mikro

Pengembangan instrumentasi mikro, seperti kromatografi gas kapiler dan kolom mikro kromatografi cair mempunyai prospek yang baik dalam lingkungan. Teknik tersebut dapat mengurangi penggunaan reagen, sedikit limbah dan meningkatkan sensitivitas serta selektivitas.

## 4. Pengembangan Sistem Automasi

Sistem automasi sangat penting bagi lingkungan untuk melakukan monitoring secara kontinyu baik untuk limbah pabrik atau air sungai atau cemaran udara. Automasi dapat meliputi pengambilan contoh dan pengukuran dan pengolahan data dengan komputer.

## 5. Pengembangan Sistem Telemetri

Sebagai kelanjutan dari sistem automasi, sistem telemetri yakni mentransfer data ke pusat pengendali dengan memakai radio, telepon atau satelit dapat dikembangkan. Hal ini amat penting terutama dalam monitoring limbah industri atau pengendalian pencemaran sungai dan udara.

## 6. Eksplorasi Metoda Baru

Beberapa parameter cemaran yang memerlukan pengembangan metoda baru diantaranya adalah:

- Uji toksisitas limbah secara biologi.
- Pemanfaatan spektroskopi infra merah (IR) untuk analisis gas dan uap kimia beracun.
- Uji bau non-spesifik guna keperluan standar kebauan.

## PELUANG BISNIS

Laboratorium analisis lingkungan dengan sarana dan prasarannya adalah suatu investasi yang dapat dimanfaatkan untuk bisnis. Pasar jasa dalam lingkungan seperti jasa analisis, training dan pengembangan sistem monitoring merupakan pasar yang tak pernah habis. Beberapa peluang bisnis yang dapat diantisipasi adalah:

## 1. Jasa Analisis, meliputi:

- Monitoring air limbah industri.
- Evaluasi pencemaran udara tempat kerja dan lingkungan ambient.
- Evaluasi dan monitoring gas emisi.
- Uji TCLP limbah padat.

Pengalaman menunjukkan beberapa permintaan jasa analisis dipengaruhi oleh beberapa faktor internal diantaranya adalah kehandalan (*reliability*) data, harga, kecepatan dan ketepatan waktu layanan, sedangkan faktor luar yang amat pula menentukan adalah *law enforcement*. Untuk mempercepat layanan lapangan, laboratorium layanan jasa ini harus dilengkapi dengan *mobile laboratory*.

## 2. Pengembangan Sistem Monitoring

Sistem monitoring secara otomatis dapat dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan monitoring limbah industri, pencemaran udara kota dan pencemaran daerah aliran sungai. Pengembangan sistem ini tidak cukup tenaga kimia, tetapi harus pula melibatkan tenaga ahli elektronik dan komputer.

## 3. Jasa Training

Jasa *training* (pelatihan) juga merupakan peluang yang amat baik untuk bisnis, sekaligus membantu industri dalam peningkatan mutu sumber daya manusianya. *Training* dapat meningkatkan hubungan antara laboratorium dengan industri, laboratorium jasa dan pihak pengguna lainnya, sekaligus meningkatkan mutu sumber daya laboratorium.

## PENUTUP

Dengan akan berlakunya otonomi daerah, maka Pemerintah Daerah akan mempunyai wewenang penuh dalam menangani dan mengelola lingkungan. Dalam pengelolaan limbah, baik limbah industri maupun domestik diperlukan laboratorium analisis lingkungan yang mampu menganalisa baik limbah gas, cair maupun padat. Laboratorium demikian dapat dibangun secara khusus atau memanfaatkan laboratorium analisis biasa dengan menambah alat-alat sampling lingkungan. Sumber daya manusia mungkin merupakan hal yang cukup kritis dan harus dipersiapkan secara baik. Era globalisasi menuntut laboratorium harus bermutu tinggi agar hasil data analisis dapat diterima diluar negeri bagi industri yang memproduksi barang-barang ekspor. Agar laboratorium analisis lingkungan dapat lebih dinamis, kegiatan riset dan komersial perlu dikembangkan supaya dapat menjawab kebutuhan pasar. Peluang komersialisasi laboratorium analisis lingkungan cukup baik untuk Indonesia dan khususnya untuk daerah Jawa Timur, berkaitan dengan otonomi daerah yang akan tiba.



## DAFTAR PUSTAKA

1. Peraturan Pemerintah No. 19/1994 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya, Bapedal, Jakarta, (1994).
2. Peraturan Pemerintah No. 41/1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara Bapedal, Jakarta, (1999).
3. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup, No. Kep.51/MenLH/10/1995 tentang Baku Mutu Limbah Cair bagi Kegiatan Industri", MenLH, Jakarta, (1995).
4. O'Gallagher, B., *Waste Management Technology: Opportunities for Research and Manufacturing in Australia*, Dept. Industry, Technology and Commerce, Sydney, (1990).
5. Saddler, R., *Requirement to Achieve Laboratory Accreditation*, Seminar Nasional Kimia dan Pembangunan, HKI, Bandung, (1992).
6. S. Imamkhasani, *Lembar Data Keselamatan Bahan*, Puslitbang Kimia Terapan – LIPI, Bandung, (1998).



INDONESIAN INSTITUTE OF SCIENCE  
LEMBAGA ILMU PENGETAHUAN INDONESIA  
RESEARCH AND DEVELOPMENT CENTRE FOR APPLIED CHEMISTRY  
PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN KIMIA TERAPAN  
Jl. Cisit-Sangkuriang, Bandung 40135 Telp. (022) 2507345, 2503051, 2507769 Fax. 2503240, 2507772  
Kawasan Puspipetek, Serpong - 15310 Telp. (021) 7560929 Fax. 7560549  
INDONESIA

**Bidang : Analisis Kimia**  
**Bidang : Pangan**  
**Bidang : Material**

**Bidang : Lingkungan**  
**Bidang : Bioteknologi**  
**Bidang : Proses Kimia untuk Industri**

### *Working Together for Industry Benefits*

Kami memberikan pelayanan kepada industri dan pihak-pihak yang membutuhkan dalam bentuk:

1. Pelatihan dalam bidang analisis kimia dan lingkungan, keselamatan Kerja.
2. Pengujian mutu dan analisis kimia untuk berbagai komoditi, produk, bahan baku dan komponen lingkungan seperti analisis Fenol, Nitrat, Nitrit, Fluorida, BOD, COD, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, Deterjen, Haloetan, Halometan, Klorin, Sox, H<sub>2</sub>S, NO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub>, Ozon, Logam dan Mineral, Lemak dan Minyak, Total senyawa Organik dan sejenisnya.
3. Konsultasi dan Rancang-Bangun dalam bidang proses kimia dan lingkungan.
4. Kerjasama Penelitian dalam bidang:
  - Bahan Baku Kimia Adi (*Fine Chemical*) dari bahan lokal Indonesia
  - Bahan Obat-obatan dan Farmasi dari bahan baku alam Indonesia
  - Pangan dan Pakan Ternak
  - Pengendalian Pencemaran Lingkungan
  - Standarisasi dalam bidang Analisis Kimia
5. Penyediaan alat sampling & alat analisis kimia lingkungan.

Peralatan : XRD SEM, FTIR, AAS, TPD-TPO, Gas Analyser, HPLC, GC.

Sumber Daya Manusia : S3, S2, S1, D3, lulusan Universitas dari dalam dan luar negeri dan tenaga administrasi.